



Action des herbicides

José Martin / Cirad

ARAS

- Stella matutina 2007
- Creolia + La Mare 2011

Le choix des armes, tous les coups / côtés ne sont pas permis

ce qui doit changer et ce qui doit perdurer :

Progresser dans la maîtrise du désherbage de la canne à sucre et anticiper les problèmes de résistance des herbes aux herbicides

José MARTIN

Séminaire DESHERBAGE @ Tamarun 28/05/2014

1

La lutte chimique contre les adventices nécessite de les connaître, mais également de connaître l'arsenal disponible pour mener cette lutte dont la lutte chimique, mais aussi les méthodes alternatives.

Le titre long pourrait être :

« Toujours mieux connaître les herbicides pour mieux les utiliser, plus efficacement, en consommer moins et éviter de sélectionner des résistances »

Nota : La lutte chimique désherbage à La Réunion a été transférée du Cirad à eRcane en 2012.

Dans le monde en 2010, près de 300 molécules herbicides différentes existent, mais on dénombre seulement 25 modes d'action différents.

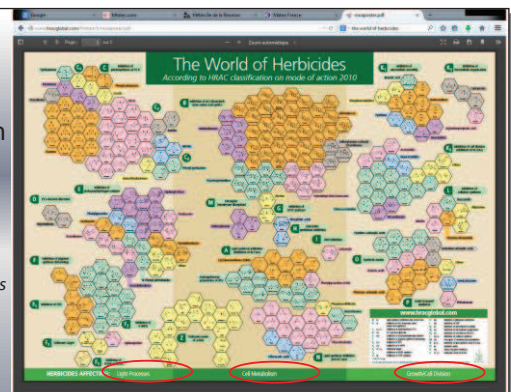
La plupart des pays producteurs de canne à sucre ont un arsenal d'environ 30 herbicides. La France en mai 2014 autorise une trousse à outils de :

- 11 herbicides impliquant 8 groupes (6 sélectifs CAS)
- + 2 traitements généraux
- + 2 débroussaillants utilisables en bordure de parcelle)

Les Herbicides classés par mode d'action selon l'HRAC

= Herbicide Resistance Action Committee // Syndicat des sociétés phytosanitaires

- HRAC < 300
- CAS / monde ± 30
- CAS / France > 10



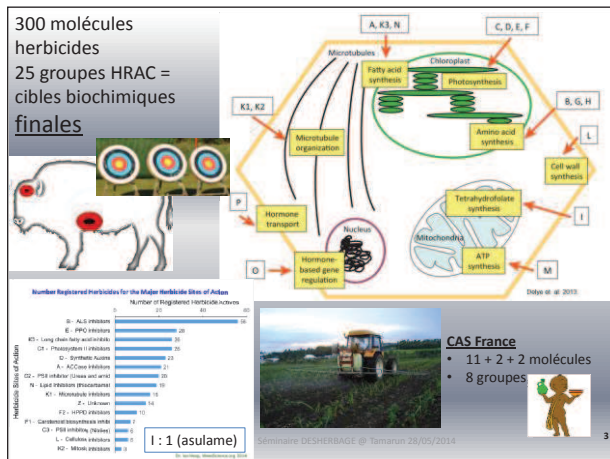
Poster 2010 toujours d'actualité début mai 2014
www.hracglobal.com/Portals/5/maoposter.pdf

ARAS



Séminaire DESHERBAGE @ Tamarun 28/05/2014

2



International Survey of Herbicide-Resistant Weeds HRAC CODES

Graphs in this PowerPoint were made from data accessed from the survey website at <http://www.weedscience.org> on May 18th, 2014. The Site of Action codes used in this slide set are from the Global Herbicide Resistance Action Committee (HRAC).

Another version for WSSA codes can be downloaded from the website.

Ian Heap — IanHeap@weedscience.org

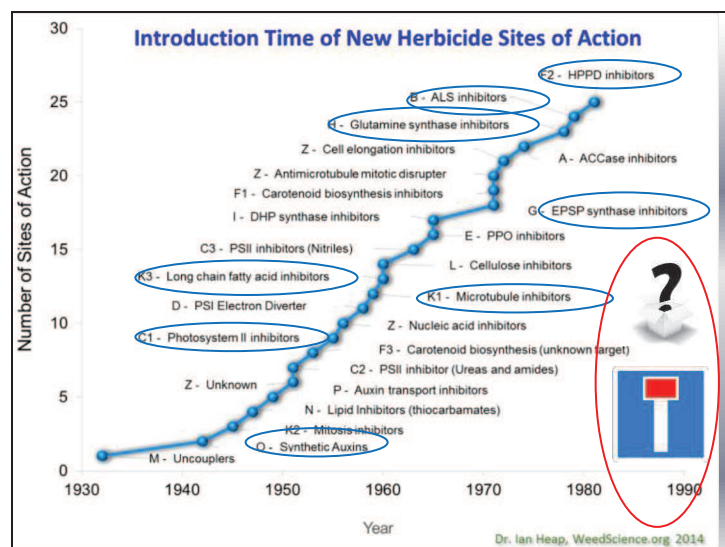
Que sont les herbicides ? Des poisons pour les herbes (certaines ou parfois toutes).

Pour agir, un herbicide doit :

- être absorbé par les herbes,
- parfois se déplacer à l'intérieur des herbes,
- et inhiber = bloquer une fonction clé = mode d'action biochimique = cible finale

Résultats = effets de chocs ou effets progressifs, mortalité ou affaiblissement,

Les effectifs par groupes d'herbicides sont inégaux, certains groupes comptent de nombreuses molécules, d'autres bien moins; l'asulame (qui est hors-jeu en ce moment en Europe¹) est le seul herbicide du groupe I(i).



Ce graphe de WeedScience présente les introductions de molécules efficaces sur de nouveaux sites d'action.

On y constate un TARISSEMENT DES INTRODUCTIONS à partir de 1985.

Entourés de BLEU, les sites d'action mobilisables pour l'usage désherbage de la canne à sucre en France en 2014 (glyphosate et glufosinate compris).

Les dernières incorporations sont celles du groupe B avec le prosulfuron présent dans le Casper et le nicosulfuron présent dans l'Elumis (le groupe F2 fut introduit dès 2005 avec la mésotrione du Callisto)

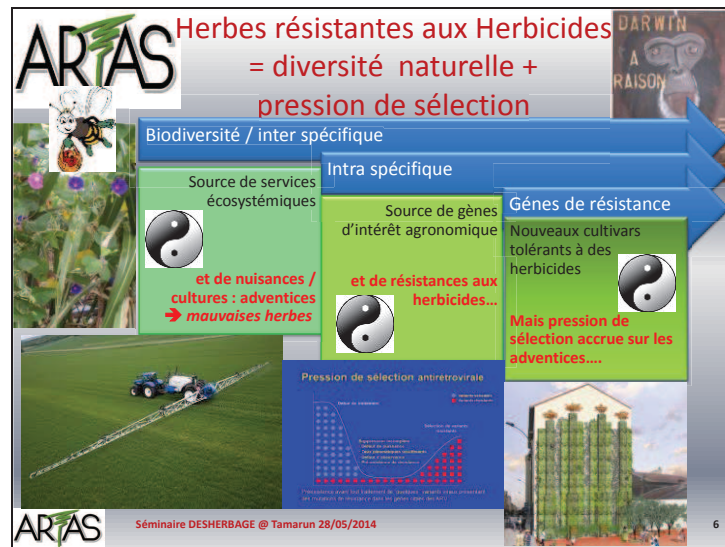
La dernière sortie est celle du groupe I dont l'unique matière active est l'asulame (Asulox)

La R&D en herbicides est très coûteuse → il faudra préserver les performances des herbicides (et donc leur carrière commerciale) en retardant l'apparition de résistances aux herbicides

Il convient de considérer les herbicides comme des ressources pour le contrôle des adventices. Il n'y a actuellement plus de nouveaux mécanismes d'actions dans les programmes de recherche, la dernière innovation introduite remonte à 20 ans. Il faut donc se baser sur les molécules actuelles **car il n'y a pas de nouvelles introductions prévues avant 2020 !**

¹ L'Asulox bénéficiera d'une dérogation de 120 jours pour la campagne 2014. Les dates d'utilisation possibles pour cet herbicide à La Réunion doivent encore être précisées.

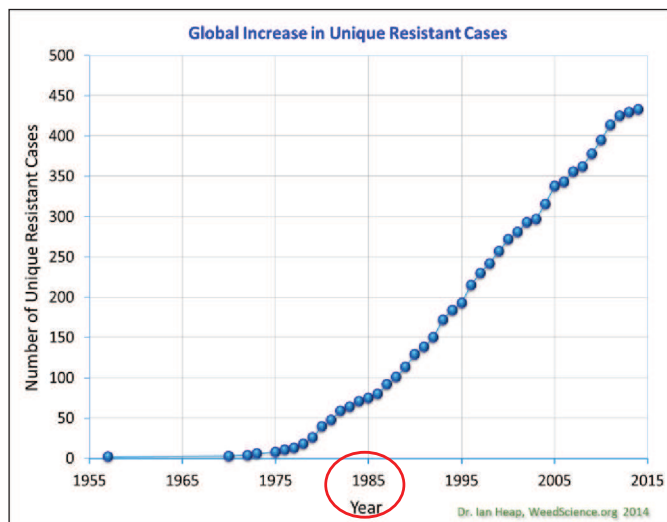
Les **résistances aux herbicides** se rencontrent de plus en plus fréquemment dans le monde.



« Les adventices sont souvent jolies...mais elles sont tout de même le premier facteur biotique de perte de rendement. » (Oerke 2006, cité dans Phytoma, n°669 déc. 2013)

Les herbicides restent de fabuleux outils, et pour qu'ils le restent durablement, il convient de progresser sans cesse dans la maîtrise de leur utilisation. Et donc éviter de sélectionner des populations d'adventices résistantes aux herbicides.

Car les résistantes sont naturellement présentes dans les populations d'adventices, mais très discrètement, à des fréquences très faibles. Il s'agit de mutations spontanées, parfois bien antérieures à l'apparition des herbicides (Phytoma, n° 665 déc. 2013):



C'est l'utilisation répétée des mêmes produits qui sélectionne les résistances.

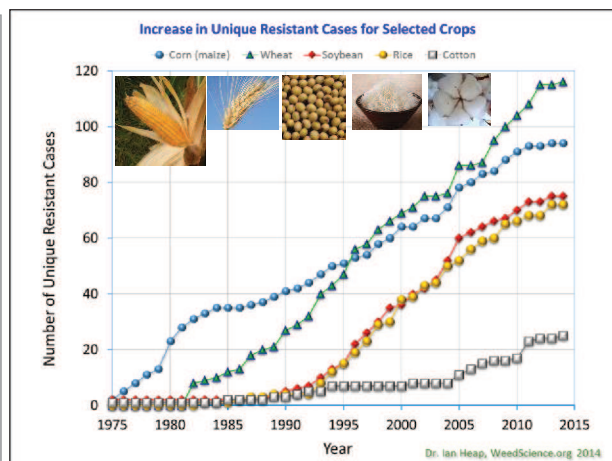
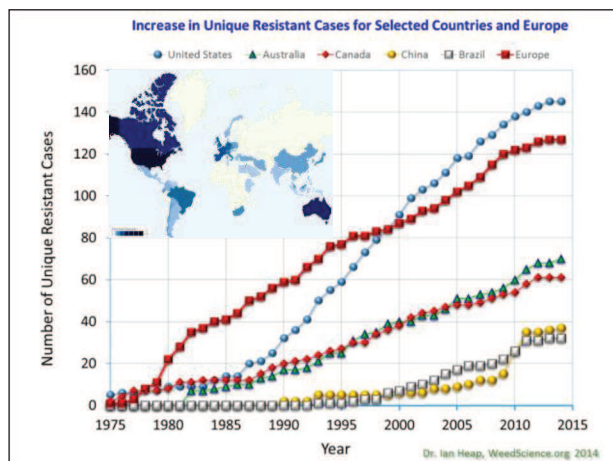
Ci-contre:

Evolution globale des cas de résistances avérées = inventaire des couples espèce x mode d'action.

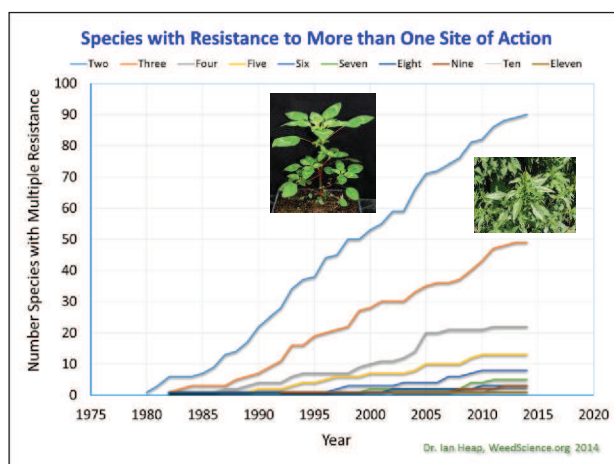
1985 année charnière, avec :

- d'une part, l'explosion des cas de résistance aux herbicides (+ 10 nouveaux cas chaque année)
- d'autre part, le tarissement en matière de découverte de nouveaux modes d'action (groupes d'inhibiteurs physiologiques utilisables comme poisons pour les plantes).

C'est dans les pays développés ou émergents où l'agriculture dépend le plus des herbicides que les cas de résistance sont les plus nombreux.



Les grandes cultures sont logiquement les plus affectées, en liaison notamment avec les pratiques de monoculture et le développement de l'agriculture de conservation (semis direct sur couvert végétal). C'est dans ces conditions que **la pression de sélection** exercée par l'usage massif et répété de certains herbicides est la plus forte.

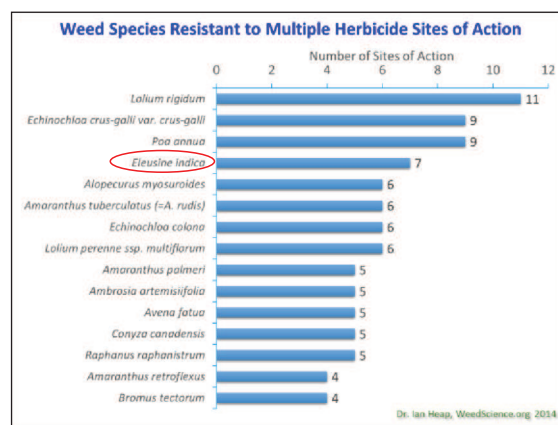
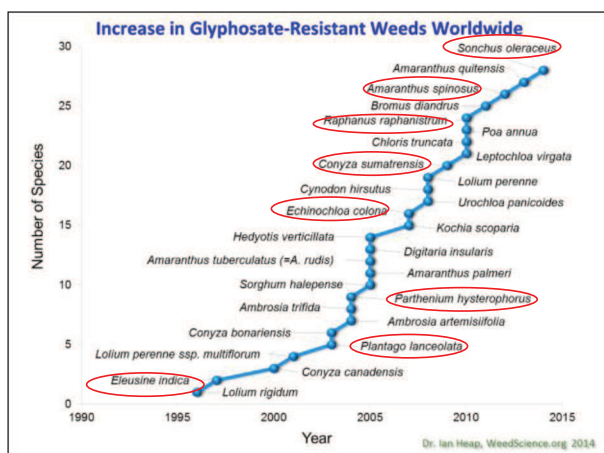


Complication : les résistances multiples

Augmentation drastique des cas de résistance multiple depuis 1990; en 2014, environ 90 espèces sont concernées par des résistances à deux groupes d'herbicides, et 90 autres avec des résistances à plus de 2 groupes (jusqu'à 11). Si on se contente de changer d'herbicides on bascule sur une nouvelle pression de sélection, il faut revoir la stratégie globale de gestion de l'enherbement au niveau système de production en y intégrant des méthodes complémentaires (cf : "ce qui doit changer", caro canne n°31)

Toutes les espèces n'ont pas la même propension à révéler des biotypes résistants, autrement dit : toutes les plantes ne sont pas égales face à la résistance !

Soyons vigilant au gros chiendent *Eleusine indica*...



Ci-contre : illustration de l'évolution du nombre de plantes devenant résistantes au glyphosate (round-up, ...) où l'on retrouve l'*Eleusine indica*.

Les herbicides de prélevée

Les herbicides de prélevée (séminaires Créolia + Tamarun)			
1- absorbée par	2 – déplacement	Substance active (+ famille chimique)	3 – mode d'action (groupe HRAC)
(Racines) + nœud du coléoptile + hypocotyle	(Non)	S-métolachlore (chloroacétamide)	K3 : inhibe synthèse acides gras et croissance cellulaire
(Racines) + nœud du coléoptile + hypocotyle	(Non)	pendiméthaline (toluidine = dinitroaniline)	K1 : inhibe division cellulaire + élongation racinaire
Racines	Oui	isoxaflutole (isoxazole)	F2 : inhibe la synthèse des pigments (blanchiment)
Feuilles + racines	Oui	S-métolachlore + mésotrione (tricétone)	F2 : inhibe la synthèse de pigments (blanchiment)
Racines + feuilles	Oui	métribuzine (triazinone)	C1 inhibe le photosystème II (protéine D2/chloroplaste)

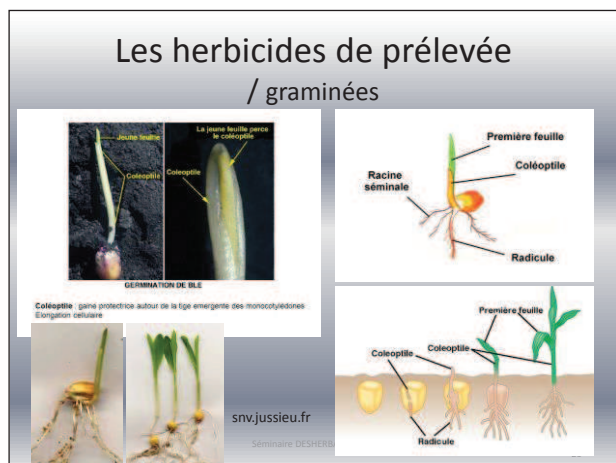
Séminaire DESHERBAGE @ Tamarun 28/05/2014 20

Le **S-métolachlore** et la **pendiméthaline** sont typiquement des **anti-germinatifs** ('**dés herbants le grain**'). Ils agissent soit pendant la germination soit en empêchant la levée, soit en tuant les plantules à peine levées ou des deux manières à la fois. Ils sont absorbés très tôt par la racicule et/ou le coléoptile (graminées) ou l'hypocotyle (dicotylédones).

L'**isoxaflutole** est un **pro-herbicide**, qui supporte les UV et la

sécheresse. En conditions humides, il libère le dicétonitrile, qui est la forme active qui pénètre par les racines (notamment radicule et racelles des plantules), migre jusqu'aux feuilles et inhibe la synthèse des pigments (protéine D4 impliquée dans la synthèse des caroténoïdes) provoquant les symptômes de blanchiment et la mort des plantules ou jeunes plantes.

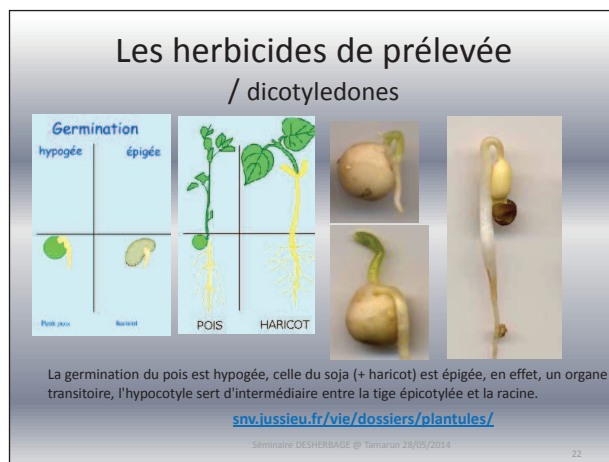
La **mésotrione** est un herbicide du même groupe HRAC que l'**isoxaflutole** (bloquage de la même protéine = même cible), mais pas de la même famille chimique (tricétone versus isoxazole). Elle est absorbée par voie foliaire, mais aussi racinaire.



Le coléoptile est un organe transitoire des graminées (gaine de la première feuille). Le début de l'absorption de l'herbicide intervient dès le début de son émission si l'herbicide est présent.

Détail des organes impliqués par l'absorption précoce des anti-germinatifs chez les dicotylédones. →

Les graines dormantes ne sont pas affectées par les herbicides anti-germinatifs. Seules les graines en cours de germination y sont sensibles, à partir de la deuxième étape de la germination, lorsqu'elles sortent leur radicule et leur tige qui peuvent absorber les herbicides s'ils sont présents dans leur environnement immédiat.



Les herbicides de post-levée

Ci-contre

Le tableau tel que présenté dans le cahier technique et avant incorporation des 3 nouvelles colonnes de part et d'autre de la colonne Substance active :

- à gauche 1^{re} colonne : "« absorbée par ... » et 2^e colonne « déplacement dans la plante » ;
- à droite : « mode d'action groupe HRAC ».

C'est la même démarche qui a servi pour le tableau des herbicides de prélevée dans les pages antérieures

Spécialité commerciale	Dose homologuée / ha	Substance active	Flore ciblée
Chardol 600 Dicopur 600	2 l	2,4-D	-----
Callisto	1,5 l	mésotrione	-----
Starane	1 l	fluroxypyr	-----
Banvel 4S	0,6 l	dicamba	-----
Casper	0,3 kg	Dicamba + prosulfuron	-----

Séminaire DESHERBAGE @ Tamarun 28/05/2014 23

1- absorbée par	2 – déplacement dans la plante	Substance active (+ famille chimique / sous-famille)	3 – mode d'action → groupe HRAC
<u>Feuilles</u> + racines	Oui vers les méristèmes (avec la sève élaborée)	2,4-D (dérivé auxinique / phénoxy-acétique)	O : perturbation hormonale de la croissance
<u>Feuilles</u> + racines	Oui	mésotrione (tricétone)	F2
<u>Feuilles</u> + racines	Oui (avec la sève élaborée + sève brute)	fluroxypyr (dérivé auxinique / acide picolinique)	O : perturbe la synthèse de l'auxine AIA
<u>Feuilles</u> + racines	Oui (avec la sève élaborée + sève brute)	dicamba (dérivé auxinique / acide benzoïque)	O : perturbe la synthèse de l'auxine AIA
<u>Feuilles</u> + racines	Oui	dicamba + prosulfuron (sulfonylurée)	B : inhibe l'ALS (synthèse acides aminés ramifiés)

24

Séminaire DESHERBAGE @ Tamarun 28/05/2014

Le 2,4-D est le vétéran des herbicides organiques de synthèse, sélectifs des graminées et de la canne à sucre : historique dans le monde et à La Réunion. Il fait partie du groupe O des hormones de synthèse, car il mime une hormone végétale, l'AIA (l'acide indol-acétique), de la famille des auxines. Le mode d'action des herbicides dits hormonaux du groupe O est complexe, il induit une croissance désordonnée et des épaississements latéraux ce qui, chez les dicotylédones, conduit à l'étranglement des vaisseaux conducteurs, souvent jusqu'à leur mort par 'œdème'.

- **Le dicamba** appartient au même groupe O et à la même famille chimique, mais à une sous-famille différente : sur maïs il est indiqué contre les liserons vivaces en programme (dose globale fractionnée en deux applications) et pourrait sur canne apporter un plus contre certaines dicotylédones vivaces selon la même approche.
- **Le fluroxypyr** appartient encore à une autre sous-famille, celle du piclorame et du triclopyr, deux débroussaillants sélectifs de la canne homologués en prairies mais pas pour le désherbage de la canne, utilisables sur chemins et talus autour des champs de canne ; le fluroxypyr apporte un plus contre des dicotylédones coriaces ou ligneuses.

Nos herbicides du groupe O se classent de la même manière dans les trois colonnes (absorption, déplacement, mode d'action) mais n'appartiennent pas aux mêmes sous-familles chimiques et possèdent chacun des atouts particuliers fort utiles pour lutter contre certaines coriaces ou vivaces.

Il existe aussi une absorption secondaire des auxiniques par les racines, via le sol, où leur persistance est en général faible (quelques jours à maximum 1 mois). Les cas de pollution des eaux par le 2,4-D sont faibles en fréquence et intensité par rapport à son utilisation massive et prolongée.

Nouveaux postlevée et rattrapage

(cahier technique n°31, pages VI et VII)

1- absorbée par	2 – déplacement dans la plante	Substance active (+ famille chimique / sous-famille)	3 – mode d'action → groupe HRAC
Feuilles et racines	Oui	nicosulfuron (sulfonylurée) + mésotrione (tricétone)	B F2
Feuilles et racines	Oui	MCPA (oxalo-acétique) + dicamba (ac. benzoïque)	O O
Feuilles	Oui	glyphosate (glycines)	G : inhibe la synthèse des ac. am. aromatiques
Feuilles	Faible	glufosinate-ammonium (acide phosphinique)	H : inhibe la synthèse de glutamine

Séminaire DESHERBAGE @ Tamarun 28/05/2014

25

• **Le MCPA** (ou 2,4-MCPA selon la nomenclature française) est comme le 2,4-D un phénoxy-acétique, en l'occurrence associé au dicamba dans la spécialité **Praixone M** pour potentialiser d'emblée certains aspects de complémentarité évoqués page précédente.

• **L'Elumis** associe le nicosulfuron (groupe B) à la mésotrione (groupe F2), à utiliser en traitement dirigé contre les graminées juvéniles, le cas échéant en programme, en

remplacement partiel de l'Asulox. L'asulame, plus souple d'utilisation que l'Elumis, était un carbamate et seul représentant du groupe I.

- **Les sulfonylurées** du groupe B sont historiquement les herbicides les plus récents de notre gamme (et globalement aussi, puisqu'ils ont démarré leur carrière dans les années 80, juste avant le dernier groupe des F2). Leur utilisation massive notamment en grandes cultures d'hiver a conduit à sélectionner rapidement de nombreux biotypes d'adventices résistantes aux herbicides de ce groupe. Les deux sulfonylurées disponibles depuis peu sur canne à sucre en France sont d'emblée associées à un herbicide d'un autre groupe (O pour le Casper, F3 pour l'Elumis), ce qui réduit (sans l'annuler) le risque de la sélection de biotypes résistants.

Une vidéo intéressante disponible sur Youtube :

Mise en avant de la recherche Cirad-eRcane en malherbologie canne à sucre, à partir d'un extrait du second documentaire de Réunion première, émission Par les Hauts, par les bas (2013) consacré au Cirad posté sur youtube, durée 9 minutes, sous le titre : **Les « z'opportunistes »**

https://www.youtube.com/watch?v=Bk_NOZlyHqo

Les 4 liens pour se tenir informé :

1. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.detail Status under Reg. (EC) No [1107/2009](#) (repealing Directive [91/414/EEC](#))
1. <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>
2. Heap, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Sunday, June 23, 2013 . Available www.weedscience.org (consulté le 28 juin 2013).
3. HRAC, 2013. Classification of Herbicides According to Site of Action. *Herbicide Resistance Action Committee*.
<http://www.hracglobal.com/Publications/ClassificationofHerbicideSiteofAction.aspx>

L'annonce : restitution d'un stage de licence pro Agriculture et Développement durable encadré par le Cirad sur l'épillage de la canne, en accompagnement de la MAE épillage, lundi 30 juin à 14H00 à la salle de conférences de la Chambre d'Agriculture de Saint-Denis.